



Overenie možnosti použitia titánonosného materiálu HDX.

Máj 2012

Riešitelia:

1. Ing. Róbert FINDORÁK, PhD. Robert.Findorak@tuke.sk +421 55 602 3155
2. prof. Ing. Mária FRÖHLICHOVÁ, CSc. Maria.Frohlichova@tuke.sk +421 55 602 3152
3. doc. Ing. Jaroslav LEGEMZA, PhD. Jaroslav.Legemza@tuke.sk +421 55 602 3155
4. Ing. Filip BAKAJ kmzz.hf@tuke.sk +421 55 602 3170

Cieľ projektu:

Cieľom projektu bolo poskytnutie základných poznatkov a vlastností testovanej komodity (ozn. „materiál HDX“) pre jej prípadné použitie vo vysokopecnom procese, respektíve v iných technológiách. Uvedený materiál HDX patrí do kategórie jemnozrnných materiálov s vysokým obsahom železa a titánu, na prvý pohľad pripomínajúci ilmenitový piesok. Z tohto dôvodu bol vykonaný teoretický prehľad možností spracovania ilmenitových materiálov a výskum bol sústredený na posúdenie vhodnosti uvedenej komodity v metalurgickom priemysle, prioritne vo vysokopecnom procese.

Realizované úlohy:

1. teoretické štúdium spracovania ilmenitových materiálov z hľadiska VP procesu,
2. teoretické štúdium spracovania ilmenitových materiálov v iných procesoch,
3. stanovenie kompletnej chemickej analýzy testovanej komodity (Fe_{celk} , FeO , Fe_2O_3 , C , Mn , SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , S , P , Zn , Pb , K_2O , Na_2O , Hg , TiO_2).
4. fázová RTG analýza testovanej komodity,
5. granulometrická analýza,
6. testovanie zbaliteľnosti (kapilárna nasiakavosť, voľná kvapka).

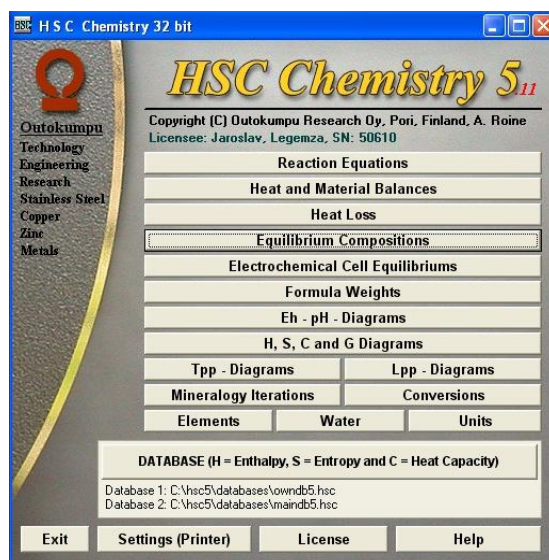
7. predpeletizácia v podmienkach zbaľovacieho zariadenia pre rôzne vsádzky,
8. vypaľovanie peliet na báze HDX,
9. stanovenie teploty mäknutia a tavenia.

Použité metodiky:

1. literárna rešerš,
2. testovanie HDX materiálu,
3. chemická analýza,
4. fázová analýza,
5. granulometrická analýza,
6. testovanie zbaliteľnosti,
7. zbaľovanie materiálov a vypaľovanie peliet na báze HDX materiálu,
8. stanovenie teploty mäknutia a tavenia,
9. termodynamické štúdium pomocou programu HSC 5.1.

Hlavná metodika:

Termodynamické štúdium pomocou programu HSC 5.1.



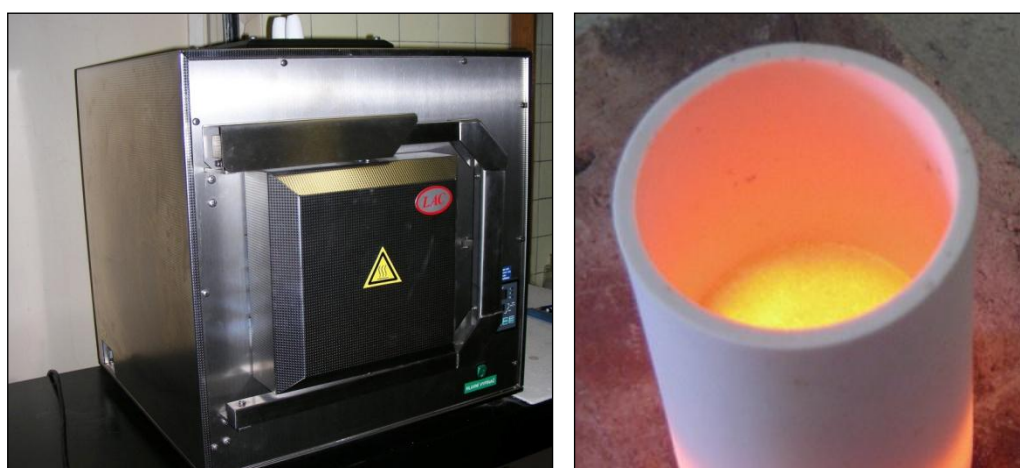
Termodynamický program HSC CHEMISTRY 5.11

Vypaľovanie peliet



Elektrická odporová pec a vypálené pelety

Tavenie materiálu



Elektrická odporová pec a téglik s ohriatym materiálom HDX

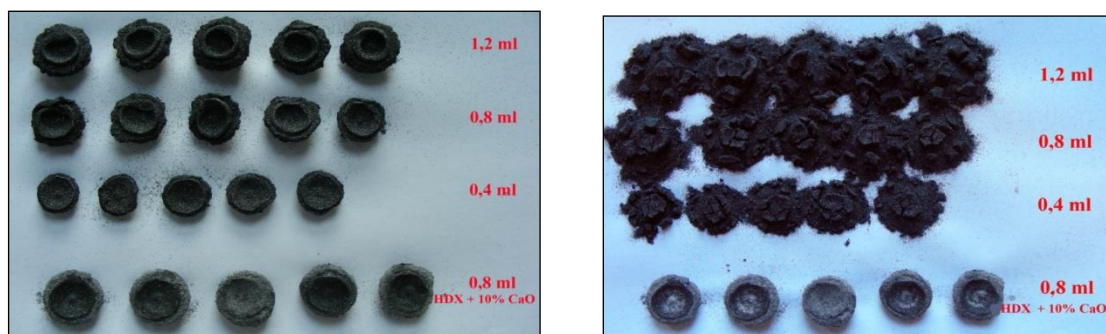
Výsledky:

1. Materiál HDX patrí do skupiny jemnozrnných materiálov s vysokým obsahom železa (55-56%) a obsahom titánu cca 11% (resp. 18% TiO_2). Bazicita sa pohybuje na úrovni 0,9 pričom obsahy Si, Ca, Mg, a Al sú veľmi nízke, čo je priaznivé z hľadiska troskového režimu metalurgických procesov. Obsah nežiadúcich prvkov je na úrovni železorudných koncentrátov s mierne vyšším obsahom fosforu (0,4%).
2. Majoritné zložky (Fe a Ti) sú prednostne viazané vo forme hematitu a ilmenitu, čo potvrdila aj RTG fázová analýza.
3. Granulometrická analýza bola vykonaná za účelom stanovenia zrnitosti materiálu HDX. Výsledky rozseвов a sumárna krivka upresňujú zloženie zrnitostnej skladby a kvantifikujú

jednotlivé granulometrické frakcie. Materiál vykazuje pomerne vysokú pravidelnosť zrnenia (72%). Vypočítaná stredná zrnitosť bola stanovená na úrovni 0,137 mm a $d_{50}=0,140$ mm. Hodnota $d_{75}=0,117$ mm a hodnota $d_{25}=0,161$ mm.

4. Chemická analýza sitových podielov granulometrického rozsevu materiálu HDX potvrdila prerozdelenie prvkov a ich nerovnomerné zastúpenie v analyzovaných frakciách.
5. Kapilárna nasiakavosť a tvorba samozbalkov v prípade testovaného materiálu bola na dobrej úrovni, čo dokazujú aj parametre testov. Pevnostné vlastnosti vytvorených samozbalkov boli bez prítomnosti CaO nízke, čo korešponduje s chemickým zložením HDX materiálu a princípmi väzbovosti samozbalku.
6. Zbaliteľnosť HDX materiálu, v laboratórnych podmienkach zbaľovacej misy, je podmienená prítomnosťou koloidných častíc. Za týmto účelom boli dodané k testovanému materiálu odstupňované prídavky vápna (5 a 10%). Tvorba zbalkov v prítomnosti CaO bola bezproblémová, s pomerne dobrou výťažnosťou zbaľovania a rovnomernosťou zbalkov v objeme misy.
7. Pevnosť zbalkov po vytvrdzovaní na vzduchu bola dostatočne vysoká. Dôvodom bol vplyv prítomnosti CaO a vytvorená hydraulická väzba v celom objeme zbalku.
8. Testovanie HDX materiálu v rámci tvorby aglomeračnej zmesi prinieslo taktiež pozitívne výsledky. Vytvorená aglomeračná zmes (HDX, agloruda, CaO) vykazovala pomerne úzky interval zrnitosti mikrozbalkov a dobrú priedyšnosť.
9. Vysokoteplotný ohrev vyrobených zbalkov v podmienkach komorovej pece bol vykonaný za účelom dosiahnutia pevnostných vlastností vyrobených peliet. Zároveň bol sledovaný aj vplyv teploty vypaľovania, prídavkov CaO a koksu na pevnosť peliet. Pevnosť vypálených peliet je značne závislá na výške vypaľovacej teploty, čo dokazujú výsledky testov. Vypaľovacia teplota materiálu HDX 1100°C je nedostatočná. Doporučuje sa teplota výpalu nad 1300°C s prídavkom CaO cca 10%.
10. Teplotná odolnosť HDX materiálu bola stanovovaná vysokoteplotným ohrevom. Vysokoteplotné testy, ako aj termodynamické štúdium potvrdili vysokú teplotnú odolnosť HDX materiálu. V oblasti 1550-1600°C dochádza k zmene tuhého skupenstva materiálu HDX na tekuté. Prídavok CaO do materiálu zapríčiňuje pokles teploty tavenia.

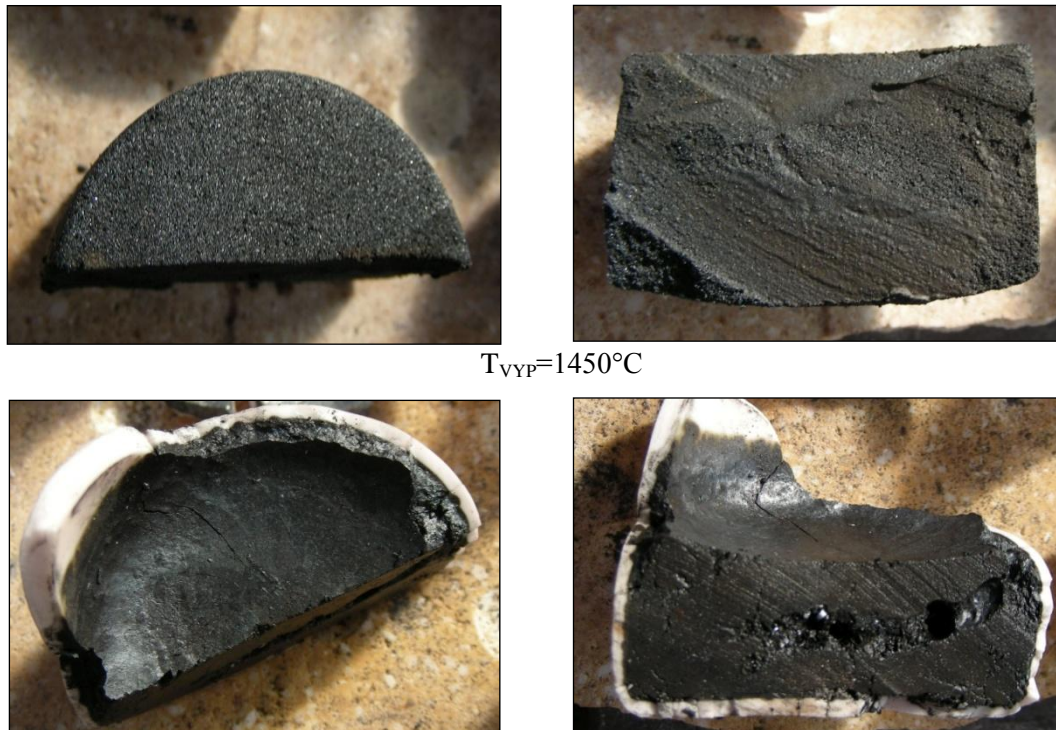
Obrazová príloha:



Obr. 1 Znárodné samozbalky po 10 minútach (vľavo) a po 12 hodinách (vpravo)



Obr. 2 Mikrozbalky a zbalky na báze HDX



$T_{VYP}=1450^{\circ}\text{C}$

$T_{VYP}=1600^{\circ}\text{C}$

Obr. 3 HDX materiál po vysokoteplotnom ohreve